

PENGENDALIAN SERANGAN *Ganoderma* spp. (60-80%) PADA TANAMAN SENGON SEBAGAI PELINDUNG TANAMAN KOPI DAN KAKAO

(THE MANAGEMENT OF ATTACKING *Ganoderma* spp. (60-80%) TO THE SENGON AS PROTECTED THEM OF COFFEE AND COCOA)

Elis Nina Herliyana¹⁾, Darmono Taniwiryo²⁾, Hayati Minarsih²⁾,
Muhammad Alam Firmansyah¹⁾, Benyamin Dendang³⁾

ABSTRACT

Information about genetic variation of *Ganoderma* spp. As a cause of rot disease on plantation crops is necessary for consideration in efforts to protect crops. Exploration of the use of biological agents, especially *Trichoderma* spp., For the control of *Ganoderma* on forestry crops is still limited to laboratory testing. Its effectiveness to control *Trichoderma* spp. To protect plants in the nursery sengon being carried out, as well as to determine its role in improving plant growth.

Keywords: Genetic variation, sengon, natural agents, *Trichoderma*.

ABSTRAK

Informasi tentang keragaman genetik *Ganoderma* spp. sebagai penyebab penyakit busuk akar pada tanaman perkebunan sangat diperlukan sebagai pertimbangan dalam upaya perlindungan tanaman perkebunan. Eksplorasi penggunaan agensia hayati, khususnya *Trichoderma* spp., untuk pengendalian *Ganoderma* pada tanaman kehutanan masih terbatas pada uji laboratorium. Keefektifannya untuk mengendalikan *Trichoderma* spp. Untuk melindungi tanaman sengon di pembibitan sedang dilakukan, sekaligus untuk mengetahui perannya dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman.

Kata kunci: Keragaman genetik, sengon, agensia hayati, *Trichoderma*.

PENDAHULUAN

Tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) merupakan salah satu tanaman hutan rakyat yang banyak diusahakan oleh masyarakat dalam sistem agroforestri di Indonesia. Selain menghasilkan kayu untuk berbagai keperluan industri, tanaman sengon juga ditanam sebagai penanang tanaman pertanian/perkebunan seperti kopi, kakao dan pisang. Salah satu kendala yang cukup berarti dalam pengusahaan tanaman kopi dan kakao adalah terjadinya serangan penyakit akar yang disebabkan oleh *Ganoderma*. Tanaman pelindung terutama sengon lebih peka terhadap *Ganoderma*. Tingkat serangannya berkisar antara 3-26%. Namun serangan setinggi 100% dilaporkan terjadi pada

tanaman sengon generasi kedua. Serangan *Ganoderma* pada tanaman sengon, kopi dan kakao sulit dikendalikan karena ketika gejala mulai nampak pada tajuk, tingkat serangannya pada tanaman yang bersangkutan sudah sangat parah dan tanaman tidak bisa diselamatkan lagi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi perlindungan tanaman sengon, kopi dan kakao dari serangan *Ganoderma*. Pengembangannya akan dilakukan secara bertahap dalam kurun waktu dua tahun, mencakup lima pokok kegiatan yaitu: a). Analisis keragaman genetik *Ganoderma* yang berasosiasi dengan tanaman sengon, kopi dan kakao dengan teknik RAPD; b). Uji virulensi agensia hayati terhadap *Ganoderma* secara *in-vitro*; c). Pengembangan teknik inokulasi *Ganoderma* pada bibit sengon; d). Uji kemampuan agensia hayati dalam melindungi bibit sengon dari serangan *Ganoderma* dan dalam memperbaiki pertumbuhan bibit sengon.

¹⁾Dep. Silvikultur, Fakultas Kehutan, Institut Pertanian Bogor.

²⁾Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia

³⁾Mahasiswa Pascasarjana Dep. Silvikultur, Fakultas Kehutan, Institut Pertanian Bogor.

BAHAN DAN METODE

Isolasi *Ganoderma* dari Tubuh Buah *Ganoderma* atau dari Jaringan Sengon, Kopi dan Kakao yang Terinfeksi yang Diperoleh dari Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera dan Kalimantan Selatan

Untuk mendapatkan isolat murni, tubuh buah yang masih segar dipetik dari lapangan, dibungkus dengan kertas koran, diberi tanda, dimasukkan di dalam kardus yang terbuat dari kertas, kemudian kardusnya dimasukkan di dalam kantong plastik untuk dikirim atau dibawa ke laboratorium. Pada saat sampai di laboratorium, jaringan tubuh buah yang terletak ditengahnya (yang secara alami steril) diambil satu cuplikan dengan menggunakan pinset steril kemudian diinokulasikan pada media PDA yang sudah disiapkan. Biakan murni yang tumbuh dipindahkan pada media PDA baru, sebelum kemudian dipindahkan ke biakan miring untuk disimpan. Untuk penyimpanan dalam waktu yang lama, biakan pada media PDA dipotong kecil-kecil kemudian dimasukkan di dalam botol tertutup rapat berisi air steril. Jika tidak terdapat tubuh buah yang segar, bagian jaringan tanaman pada perbatasan antara yang sehat dan yang sakit dipotong kemudian diperlakukan dengan cara yang sama seperti di atas.

Analisis Keragaman Genetik *Ganoderma* dengan Teknik RAPD

a. Penyiapan Isolat Murni *Ganoderma* spp.

Pembuatan Media Tumbuh. Ekstrak ragi 20 g/L, pepton 5 g/L, dan agar bakto 15 g/L ditimbang dan disesuaikan dengan banyaknya media yang akan dibuat. Bahan-bahan dilarutkan dengan akuades di dalam gelas piala menggunakan pengaduk magnetik sampai homogen. Media yang sudah homogen dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditutup rapat dengan aluminium foil, kemudian disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm. Media yang sudah diautoklaf dibiarkan sampai hangat (30-40°C), ditambahkan antibiotik Streptomisin sebanyak 100 mg/L dan fungisida benlate sebanyak 10 mg/L kemudian dituang ke dalam cawan petri steril di dalam ruang laminar dan didiamkan hingga padat.

Penyiapan Isolat Murni. Tubuh buah *Ganoderma* spp. dipatahkan dengan tangan, jaringan tubuh buah yang terletak ditengahnya (yang secara alami steril) diambil satu cuplikan dengan menggunakan pinset steril kemudian diinokulasikan pada media *malt extract agar* (MEA) dan diinkubasi pada suhu ruang selama 3-5 hari. Biakan murni yang

tumbuh dipindahkan ke agar miring untuk koleksi dan media MEA baru di cawan petri untuk peremajaan. Setelah tumbuh cukup banyak, biakan pada media MEA disubkulturkan ke media cair, kemudian diinkubasi di atas inkubator bergoyang pada suhu ruang selama 1 minggu. Miselium yang tumbuh lebat dipanen dan dibilas dengan akuades steril, kemudian disimpan beku dalam lemari pendingin bersuhu -60°C.

b. Isolasi DNA Isolat Murni *Ganoderma* spp. (Orozco-Castillo *et.al.*, 1954) dengan modifikasi

Miselium beku digerus dalam mortar dingin dan ditambahkan PVPP sebanyak 0.1 gram. Penggerusan dilakukan dengan penambahan N₂ cair terus-menerus untuk menjaga temperatur agar DNA tidak rusak. Sampel terus digerus sampai berubah menjadi serbuk halus yang siap diisolasi DNA totalnya. Sebanyak 0.1 gram sampel dimasukkan ke dalam tabung eppendorf kecil, ditambahkan campuran 1 mL bufer ekstraksi dan 0.1 mL β -merkaptoetanol hangat. Campuran dikocok dengan vorteks sampai homogen, dipanaskan pada suhu 65°C selama 30 menit, kemudian didinginkan pada suhu ruang. Setelah dingin, ditambahkan larutan kloroform:isoamilalkohol (24:1) sebanyak 1 mL, selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 12000 rpm selama 10 menit pada suhu ruang. Sentrifugasi menghasilkan dua lapisan, diambil lapisan atas dan ditambahkan larutan kloroform:isoamilalkohol (24:1) sebanyak 1 mL dan divorteks sampai homogen. Campuran disentrifus lagi dengan kecepatan 12000 rpm selama 10 menit pada suhu ruang. Sentrifugasi menghasilkan dua lapisan, diambil lapisan atas dan ditambahkan larutan isopropanol dingin sebanyak 1 volume. Campuran dikocok pelan sampai homogen, kemudian disimpan 4°C selama 30 menit. Setelah 30 menit, campuran disentrifus dengan kecepatan 11000 rpm selama 10 menit pada suhu 4°C, pelet diambil dan dikeringkan. Pelet di dalam tabung eppendorf dilarutkan dengan 100 μ L bufer TE, kemudian ditambahkan 10 μ L CH₃COONa pH 5.2 dan 250 μ L etanol absolut, kocok homogen. Campuran selanjutnya disimpan pada suhu -20°C selama minimal 30 menit. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 12000 rpm selama 10 menit pada suhu 4°C. Pelet DNA diambil dan dicuci dengan etanol 70% sebanyak 100 μ L, disentrifus dengan kecepatan 5000 rpm, lalu dikeringudarkan. Setelah pelet benar-benar kering, ditambahkan 30 μ L *nuclease-free water* (NFW) dan disimpan pada suhu -20°C. Pengujian integritas DNA secara kualitatif dilakukan dengan elektroforesis gel

agarosa 1%. Pengukuran kuantitas DNA dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan spektrofotometer.

c. Amplifikasi DNA dengan Metode RAPD (William *et al.*, 1990)

Sampel DNA *Ganoderma* disiapkan dalam konsentrasi 100 µg/mL. Larutan mix (Fermentas) dibuat dengan mencampurkan 2.5 µL bufer PCR, 0.5 µL dNTPs 10 mM, 0.3 µL Taq DNA polimerase, dan 19.7 µL NFW ke dalam tabung eppendorf, jumlahnya disesuaikan dengan sampel yang akan diamplifikasi. Selanjutnya ke dalam tabung mikro khusus PCR dimasukkan 1 µL primer, 1 µL DNA sampel, dan 23 µL larutan mix. Reaksi PCR dilakukan dengan program sebagai berikut: satu siklus denaturasi awal pada suhu 92°C selama 2 menit; satu siklus berikutnya yang terdiri atas denaturasi pada suhu 92°C selama 30 detik, *annealing* pada suhu 35°C selama 1 menit, dan ekstensi pada suhu 72°C selama 2 menit; dilanjutkan dengan 44 siklus yang terdiri atas denaturasi pada suhu 92°C selama 1 menit, *annealing* pada suhu 35°C selama 1 menit, dan ekstensi pada suhu 72°C selama 2 menit; kemudian dilanjutkan dengan reaksi pada suhu 72°C selama 7 menit. Hasil amplifikasi kemudian diseparasi dengan elektroforesis gel agarosa 1.4% dan divisualisasikan dengan UV transiluminator.

d. Analisis Polimorfisme

Data yang diperoleh dari pemotretan gel hasil RAPD berupa pita-pita DNA diurutkan dari batas bawah sumur sampai batas bawah pita yang masih tampak. Analisis data didasarkan pada ada atau tidaknya pita. Profil pita diterjemahkan ke dalam bentuk biner dengan ketentuan nilai 0 untuk tidak ada pita dan 1 untuk ada pita pada satu posisi yang sama dari nomor-nomor sampel yang dibandingkan. Pengelompokan data matriks (*cluster analysis*) dan pembuatan dendrogram dilakukan dengan metode *Unweighted Pair-Group Method Arithmetic* (UPGMA) menggunakan program *Numerical Taxonomy and Multivariate System* (NTSYS) versi 2.02 (Rohlf 1998). Studi statistika untuk mengetahui derajat ketelitian data UPGMA dilakukan dengan analisis *bootstrap* menggunakan program *Winboot* (Yap & Nelson 1996).

Uji antagonis isolat *Trichoderma* spp. Terhadap *Ganoderma* secara *in-vitro*

Pertama-tama dilakukan perbanyakan isolat *Ganoderma* spp. dan *Trichoderma* spp. Ke dalam cawan Petri. Diameter pertumbuhan isolat kemudian diamati setiap hari sampai seluruh permukaan cawan

Petri tertutupi oleh miselium isolat dari jamur-jamur tersebut. Isolat *Ganoderma* spp. yang dipakai dalam kegiatan ini ada 6 jenis, dan isolat dari *Trichoderma* spp. yang digunakan ada dua jenis. Setiap perlakuan pada cawan konfrontasi memiliki perlakuan kontrol bagi setiap jenis isolat, dan setiap pengujian antagonis antara *Ganoderma* spp. dan *Trichoderma* spp. memiliki ulangan perlakuan sebanyak empat kali ulangan. Sehingga dalam kegiatan ini memiliki total 22 perlakuan.

Langkah awal dari kegiatan uji antagonis ini adalah dengan memasukkan isolat *Ganoderma* spp. (setiap isolat 1 cawan Petri) pada sebuah cawan konfrontasi. Setelah isolat *Ganoderma* spp. diinkubasi selama 3 sampai dengan 5 hari sehingga isolat *Ganoderma* spp. cukup besar, kemudian isolat *Trichoderma* spp. ditumbuhkan pada cawan konfrontasi pada sisi sebaliknya dengan jarak 5 cm, seperti pada Gambar 1 dibawah ini.

Pertumbuhan jari-jari koloni dari kedua isolat diukur panjangnya setiap 24 jam sampai hari kelima semenjak kedua isolat disatukan. Kemudian setelah sampai pada hari kelima pengamatan terhadap zona penghambatan, persen penghambatan, dan pengamatan secara mikroskopis dilakukan.

Zona penghambatan adalah panjang wilayah dalam cawan konfrontasi yang tidak ditumbuhi oleh kedua isolat yang saling antagonis. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur panjang dari zona kosong tersebut. Persentase penghambatan dapat diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase Penghambatan

r₁ = Jari-jari 1 dari isolat

r₂ = Jari-jari 2 dari isolat

Pada pengamatan secara mikroskopis, sample yang diambil untuk diamati adalah isolat terluar dari *Ganoderma* spp. atau isolat dari *Ganoderma* spp. yang jaraknya paling dekat dengan isolat *Trichoderma* spp.

Analisis Data. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Pada beberapa perlakuan dengan rancangan faktorial dengan rancangan lingkungan RAL. Pengolahan data analisis ragam menggunakan SAS9.

Uji Beberapa Cara Inokulasi *Ganoderma* pada Bibit Sengon di Rumah Kaca

Penelitian ini dibagi dalam dua tahap yaitu inokulasi isolat *Ganoderma* sp. dari media agar ke

media kayu (*food base*), dan uji inokulasi *Ganoderma* sp. dari kayu (*food base*) ke anakan sengon berusia 1 bulan. Pada tahap inokulasi isolat *Ganoderma* dari media agar ke media kayu (*food base*), kayu sengon berukuran 3, 4 dan 5 cm yang telah dipotong sama panjang sepanjang 5 cm dibuang kulit dan kambiumnya terlebih dahulu agar jamur *Ganoderma* sp. dapat melakukan penetrasi dengan baik. Kayu-kayu tersebut selanjutnya disterilisasi dengan cara merebusnya selama 1 jam, lalu dimasukkan ke dalam plastik tahan panas, dan disterilkan dengan autoklaf kecil selama 15 menit pada suhu 121 °C tekanan 1,5 atm.

Isolat *Ganoderma* sp. lamtoro Ciamis, kakao Ciamis dan dua isolat sengon Kediri dari media agar cawan Petri kemudian diisolasikan ke media agar dalam toples kaca berdiameter 11 cm, kemudian isolat-isolat tersebut diinkubasi sampai isolat memenuhi permukaan media. Setelah media agar penuh oleh isolat *Ganoderma* sp., kayu berukuran 3 cm, 4 cm, dan 5 cm diletakkan di atas isolat *Ganoderma* sp. pada toples tersebut dan diinkubasi selama 1 bulan sampai seluruh permukaan kayu tertutupi miselium.

Sebelum beralih ke tahap kedua, media steril, sungkup dan *tally sheet* dipersiapkan. Pada persiapan media steril, tanah, arang sekam, dan pupuk kompos, dengan perbandingan 2:1:1 dicampurkan, kemudian dimasukkan ke dalam plastik PP ukuran 2 kg sebanyak 500 ml tiap plastiknya. kemudian plastik diikat dengan karet, dan disterilkan dengan autoklaf besar selama 1 jam pada suhu 121 °C, dengan tekanan 1,5 atm sebanyak 2 kali. Setelah melakukan sterilisasi tanah, kegiatan pembuatan sungkup bambu dengan filter paranet 65% dilakukan. Parinet berfungsi untuk mencegah meluasnya spora dari jamur yang ditanam bersamaan dengan tanaman sengon, serta memperkecil resiko stres akar pasca penyapihan.

Tahap kedua dari kegiatan ini, yaitu uji inokulasi *Ganoderma* sp. pada anakan sengon, seluruhnya dikerjakan di rumah kaca. Tanaman sengon usia 1 bulan diberikan 40 perlakuan yang terdiri atas 12 perlakuan kontrol dan 28 perlakuan inokulasi. Akar dari tanaman sengon mendapat 2 perlakuan, yaitu pemotongan pada ujung akar dan tanpa pemotongan pada ujung akar. Kemudian akar dari tanaman sengon, baik yang dipotong maupun yang tidak dipotong, disentuhkan ke permukaan kayu atau agar. Sehingga apabila dijabarkan, 40 perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tanaman kontrol (tanpa kayu dan tanpa agar PDA) (TI), dengan pemotongan akar (PA).

2. Tanaman kontrol (tanpa kayu dan tanpa agar PDA), tanpa pemotongan akar (TPA).
3. Penanaman dengan kayu sengon 3 cm tanpa inokulasi, dengan pemotongan akar.
4. Penanaman dengan kayu sengon 3 cm tanpa inokulasi, tanpa pemotongan akar.
5. Penanaman dengan kayu sengon 4 cm tanpa inokulasi, dengan pemotongan akar.
6. Penanaman dengan kayu sengon 4 cm tanpa inokulasi, tanpa pemotongan akar.
7. Penanaman dengan kayu sengon 5 cm tanpa inokulasi, dengan pemotongan akar.
8. Penanaman dengan kayu sengon 5 cm tanpa inokulasi, tanpa pemotongan akar.
9. Penanaman dengan agar PDA yang memiliki luas permukaan 5 cm tanpa inokulasi, dengan pemotongan akar.
10. Penanaman dengan agar PDA yang memiliki luas permukaan 5 cm tanpa inokulasi, tanpa pemotongan akar.
11. Penanaman dengan kayu sengon 3 cm dengan inokulasi *Ganoderma* sp., dengan pemotongan akar.
12. Penanaman dengan kayu sengon 3 cm dengan inokulasi *Ganoderma* sp., tanpa pemotongan akar.
13. Penanaman dengan kayu sengon 4 cm dengan inokulasi *Ganoderma* sp., dengan pemotongan akar.
14. Penanaman dengan kayu sengon 4 cm dengan inokulasi *Ganoderma* sp., tanpa pemotongan akar.
15. Penanaman dengan kayu sengon 5 cm dengan inokulasi *Ganoderma* sp., dengan pemotongan akar.
16. Penanaman dengan kayu sengon 5 cm dengan inokulasi *Ganoderma* sp., tanpa pemotongan akar.
17. Penanaman dengan agar yang memiliki luas permukaan 5 cm dengan inokulasi *Ganoderma* sp., dengan pemotongan akar.
18. Penanaman dengan agar yang memiliki luas permukaan 5 cm dengan inokulasi *Ganoderma* sp., tanpa pemotongan akar.

Seluruh perlakuan diberi kode sebagai berikut: 12 perlakuan kontrol :1 (TI dan PA); 2 (TI TPA); 3 (kayu 3 cm TPA); 4 (diameter kayu 4cm TPA); 5 (kayu 5cm TPA); 6 (kayu 3cm PA); 7 (kayu 4cm PA); 8 (kayu 5cm PA); 9 (agar TPA); 10 (agar PA); 11(I 3cm TPA);12 (PDA TPA). Dua puluh delapan (28) perlakuan inokulasi adalah sebagai berikut: 13 (I 3cm PA Imtr c); 14 (PDA PA Imtr c); 15 (I 4cm TPA Imtr c); 16 (I 4cm PA Imtr c); 17 (I 5cm TPA Imtr c); 18 (I 5cm PA Imtr c); 19 (I 5cm TPA Imtr c); 20 (sengon 5cm PA); 21 (sengon PDA TPA); 22 (sengon PDA PA);23 (sengon 4cm TPA);

24 (sengon 4cm PA); 25 (sengon 3cm TPA); 26 (sengon 3cm PA); 27 (P6 4cm TPA); 28 (P6 4cm PA); 29 (P6 PDA TPA); 30 (P6 PDA PA); 31 (sengon P6 3cm TPA); 32 (sengon P6 3cm PA); 33 (G.kakao 3cm TPA); 34 (G.kakao 3cm PA); 35 (G.kakao agar TPA); 36 (G.kakao agar PA); 37 (G.kakao 5cm TPA); 38 (G.kakao 5cm PA); 39 (G.kakao 4cm TPA); 40 (G.kakao 4cm PA).

Karena isolat *Ganoderma* yang dipakai ada empat jenis jadi total perlakuan yang diberikan menjadi 40 perlakuan. seluruh perlakuan ditanamkan dengan kondisi non-aseptik di rumah kaca pada sore hari. untuk mengurangi stress akar yang terjadi pasca penyapihan, media sebelumnya dari tanaman ikut disertakan dan seluruh tanaman diletakkan di dalam sungkup bambu.

Setiap perlakuan dibagi menjadi 3 blok dengan ulangan sebanyak 4 kali. Pengamatan dilakukan selama satu bulan, dengan penghitungan tinggi dan jumlah daun setiap harinya. Kemudian semua data yang didapat dimasukkan kedalam *tally sheet*.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Pada beberapa perlakuan dengan rancangan faktorial dengan rancangan lingkungan RAL. Pengolahan data analisis ragam menggunakan SAS9.

Uji Kemampuan Agensi Hayati dalam Melindungi Bibit Sengon dan Kakao dari Serangan *Ganoderma* dan dalam Memperbaiki Pertumbuhan.

Dalam penelitian ini akan dievaluasi kemampuan isolat *Trichoderma* campuran, *T. harzianum* DT38 dan *T. pseudoconingii* DT39, yang terseleksi mampu mengendalikan *Ganoderma*, untuk mengendalikan bibit sengon tanpa atau dengan pemberian bahan organik pada medium di *polybag*.

1. Perlakuan Benih

Sebelum benih ditabur, terlebih dahulu dilakukan perendaman dengan air mendidih selama 1,5 jam, kemudian ditiriskan dengan air dingin. Air dingin yang digunakan diberi perlakuan dengan fungisida berbahan aktif benomil dan tanpa benomil. Perendaman dengan fungisida benomil dan tanpa benomil dilakukan selama 15 menit.

2. Penaburan Benih

Penaburan benih pada *polytray* dilakukan bersamaan dengan aplikasi *Trichoderma* dengan dosis 10 gram formula padat per lubang. Jumlah benih setiap lubang *polytray* adalah 3 biji sengon. Biji sengon ditabur yang kemudian ditutupi dengan

lapisan tanah yang telah disterilkan dengan tebal 1 cm.

3. Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan menjaga kelembaban semai dengan cara melakukan penyiraman yang sesuai dan menjaga munculnya sengon hama dan penyakit. Pemeliharaan dilakukan sampai semai berumur 2 minggu.

4. Penyapihan

Penyapihan dilakukan dengan mengikutkan tanah yang melekat pada akar, dengan harapan semai yang telah diaplikasi dengan *Trichoderma* sudah menginokulasi bagian akar. Media yang digunakan untuk persemaian adalah media tanah subsoil dicampur kompos komersial (2:1) dan setengah dari bagian kompos disubstitusi dengan pupuk organik. Media dimasukkan kedalam *polybag* yang berukuran 15 X 20 cm. Satu unit perlakuan terdiri dari 30 tanaman dengan 3 ulangan, sehingga diperoleh jumlah perlakuan sebanyak 360 unit. Bagan dari rencana penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Bagan rencana penelitian uji kemampuan *Trichoderma* pada bibit sengon adalah sebagai berikut.

Perlakuan	Tanpa <i>Trichoderma</i>			Dengan <i>Trichoderma</i>		
	1	2	3	1	2	3
Tanpa penambahan bahan organik	30	30	30	30	30	30
Dengan penambahan bahan organik	30	30	30	30	30	30

Pengacakan perlakuan:

1	2	3	Keterangan: A0B0 = Tanpa <i>Trichoderma</i> + Tanpa Bahan Organik A0B1 = Tanpa <i>Trichoderma</i> + Bahan Organik A1B0 = <i>Trichoderma</i> + Tanpa Bahan Organik A1B1 = <i>Trichoderma</i> + Bahan Organik
A0B0	A0B1	A1B0	
4	5	6	
A0B1	A1B0	A1B0	
7	8	9	
A1B1	A1B1	A0B0	
10	11	12	
A0B1	A0B0	A1B1	

Parameter yang diamati di antaranya adalah tinggi tanaman dan jumlah tanaman yang menunjukkan gejala terserang dan mati, bobot tanaman di atas dan dibawah permukaan tanaman. Pengamatan dilakukan 2 minggu sekali selama 6 Bulan.

5. Pengamatan tinggi Tanaman

Tinggi Tanaman diukur pada saat penyapihan, kemudian dilakukan setiap 2 minggu setelah penyapihan sampai pada bibit berumur 6 bulan. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah (Pangkal batang) sampai pada pucuk daun.

6. Pengamatan Intensitas serangan

Intensitas serangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus dan kriteria sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum(n_i \times v_j)}{Z \times N} \times 100\%$$

Dimana :

I : Intensitas serangan

N_i : Jumlah daun yang terserang dengan klasifikasi tertentu

v_j : Nilai untuk klasifikasi tertentu

Z : Nilai tertinggi dalam klasifikasi

N : Jumlah daun seluruhnya dalam satu bibit

Tabel 2. Klasifikasi tingkat kerusakan disebabkan penyakit.

Tingkat kerusakan	Tanda kerusakan yang terlihat	Nilai
Sehat	Kerusakan ≤ 5%	0
Ringan	Kerusakan antara >5% - 25%	1
Sedang	Kerusakan >25% - 50%	2
Berat	Kerusakan >50% - 75%	3
Sangat berat/mati	Kerusakan >75% - 100%	5

7. Pengamatan bobot Tanaman.

Pengamatan bobot tanaman dibagi dua bagian, yaitu bobot akar dan bobot batang. Pengukuran diawali dengan menimbang berat basah dari akar dan batang, kemudian dilanjutkan dengan penimbangan bobot kering. Pengukuran bobot kering dilakukan setelah akar dan batang dioven. Dan yang terakhir adalah mengukur panjang akar dari setiap bibit tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi *Ganoderma* dari Tubuh Buah *Ganoderma* atau dari Jaringan Sengon, Kopi dan Kakao yang Terinfeksi yang Diperoleh dari Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera dan Kalimantan Selatan

Sebanyak 90 isolat *Ganoderma* dari berbagai lokasi berhasil dikumpulkan dari tanaman sengon, kakao, lamtoro, mahoni, saga, jengkol, nangka, alpukat, kihiang dan rambutan (Tabel 3). Tubuh buah *Ganoderma* ditemukan umumnya menempel pada tunggul-tunggul batang tanaman yang sudah mati. Akan tetapi berdasarkan pengamatan di lapang, pada beberapa tanaman sengon dan lamtoro yang masih hidup ditemukan juga tubuh buah *Ganoderma*. Diperoleh koleksi biakan isolat murni yang berhasil diisolasi pada media MEA dan PDA. Biakan murni tersebut dibuat dari materi *Ganoderma* yang disimpan dalam bentuk kultur miselium di dalam cawan Petri dan tabung reaksi.

Tabel 3. Jumlah isolat-isolat *Ganoderma* pada tanaman kopi, kakao, sengon dan kerabatnya dari berbagai wilayah di Indonesia.

Tanaman	Lampung (Sumatera)	Jawa Barat (Tasikmalaya, Ciamis, Bogor)	Jawa Timur (Jember, Kediri)	Kalimantan Selatan (Banjarmasin)
Sengon	2	43	7	6
Kopi	-	-	-	-
Kakao	-	-	2	-
Lamtoro	-	7	3	-
Mahoni	1	-	6	-
Segawe/saga	-	-	1	-
Jengkol	2	-	-	-
Nangka	3	-	-	-
Alpukat	1	-	-	-
Kihiang	1	1	-	-
Rambutan	-	1	-	-
Meranti	-	-	-	1
Kelapa	-	2	-	-
Jumlah	10	54	19	7

Analisis Keragaman Genetik *Ganoderma* dengan Teknik RAPD

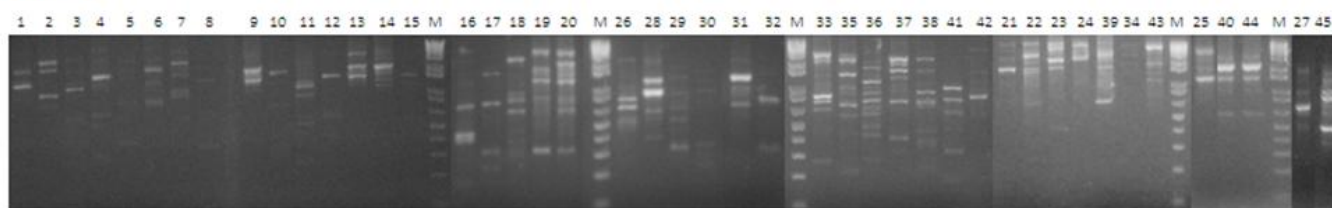
Hasil amplifikasi menunjukkan bahwa sebanyak 18 primer dapat menghasilkan fragmen DNA pada kedua sampel, satu primer menghasilkan fragmen hanya pada satu sampel, dan satu primer tidak menghasilkan fragmen pada kedua sampel. Selanjutnya dipilih sepuluh primer yang menghasilkan fragmen pada kedua sampel secara tegas dan mudah dibedakan, yaitu OPC 01, OPC 02, OPC 03, OPC 04, OPC 05, OPC 08, OPC 12, OPC 13, OPC 14, dan OPC 15. Kesepuluh primer ini selanjutnya digunakan untuk mengamplifikasi 45 sampel DNA *Ganoderma* spp.

Sebanyak 220 fragmen DNA diperoleh dari amplifikasi DNA 45 sampel *Ganoderma* spp. menggunakan 10 primer acak terpilih. Gambar 1 memperlihatkan pola pita yang dihasilkan oleh primer OPC 01 dan OPC 03 pada 45 sampel *Ganoderma* spp. Ukuran fragmen yang dihasilkan sangat bervariasi antara 150 bp sampai 2000 bp. Hal ini disebabkan oleh primer yang bersifat acak dan menempel secara acak pula pada bagian genom yang sesuai. Oleh karena itu, semakin banyak primer yang digunakan akan semakin terwakili bagian-bagian genom *Ganoderma*. Dari total 220 fragmen yang dihasilkan, semuanya merupakan fragmen polimorfik (100%), ini menunjukkan bahwa keragaman genetik antar sampel *Ganoderma* spp. yang dianalisis sangat tinggi.

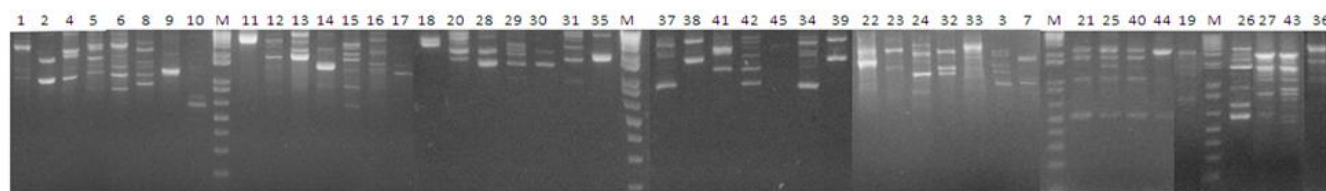
Dendogram yang dihasilkan dari analisis 45 sampel *Ganoderma* spp. menunjukkan, pada tingkat kepercayaan 0.766 sampel *Ganoderma* dapat dikelompokkan ke dalam lima kelompok besar (Gambar 2). Secara umum terlihat bahwa sampel-sampel cenderung mengelompok menurut jenis pohon inang yang diinfeksi. Pengelompokan berdasarkan pohon inang ini dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat virulensi atau pola penularan penyakit busuk akar yang disebabkan oleh *Ganoderma* di antara tanaman perkebunan (kakao) dan pohon pelindungnya yaitu sengon dan kerabatnya.

Analisis juga dilakukan di antara sampel-sampel *Ganoderma* spp. dari pohon inang sengon

OPC 1



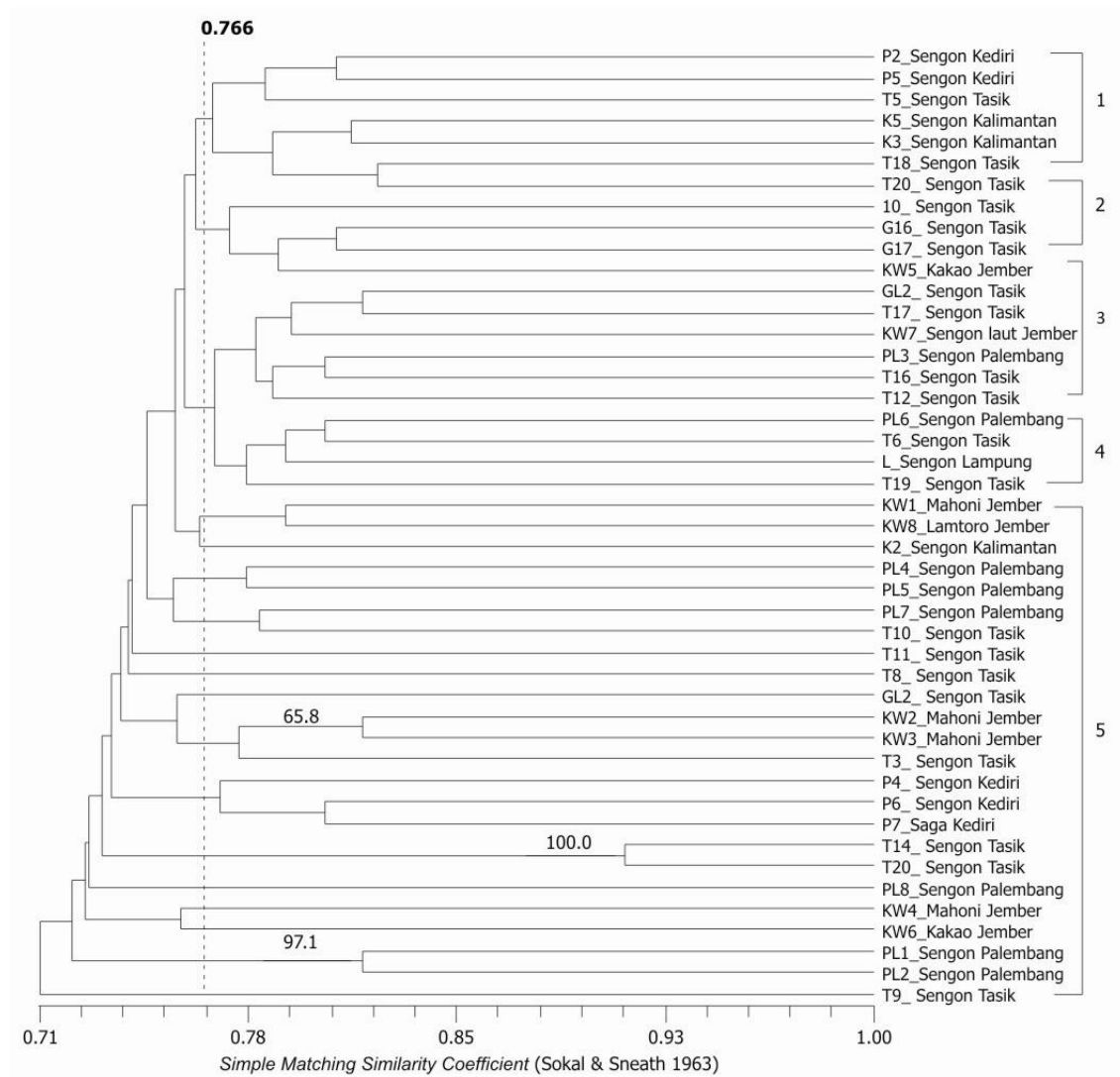
OPC 3



Gambar 1. Hasil amplifikasi 15 sampel DNA *Ganoderma* Spp. menggunakan primer OPC 01. 1-45: nomor sampel *Ganoderma* dari berbagai wilayah di Indonesia. M= marker 1kb plus DNA ladder.

Pola pita elektroforesis selanjutnya dibuat matriks kesamaan (*similarity matrix*) berdasarkan metode *Unweighted Pair-Group Method Arithmetic* (UPGMA). kemudian dilakukan analisis *bootstrap* dengan perangkat lunak *WinBoot* untuk mendapatkan derajat ketelitian data secara statistika dengan koefisien yang sama, menghasilkan dendogram seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Nilai koefisien menunjukkan angka kedekatan antar nomor sampel *Ganoderma* spp. secara genetik, sedangkan angka-angka pada batang menunjukkan derajat ketelitian data yang dianalisis menggunakan *WinBoot*.

yang merupakan pohon pelindung tanaman perkebunan, sebanyak 37 nomor sampel. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedekatan genetik cenderung terjadi pada sampel-sampel yang berasal dari wilayah yang sama. Hal ini ditunjukkan dengan dendogram yang tersaji pada Gambar 3. Berdasarkan wilayah tempat tumbuhnya, secara umum sampel-sampel dari wilayah yang sama sebagian besar mengelompok secara berdekatan, artinya sampel tersebut memiliki latar belakang genetik yang cukup dekat.



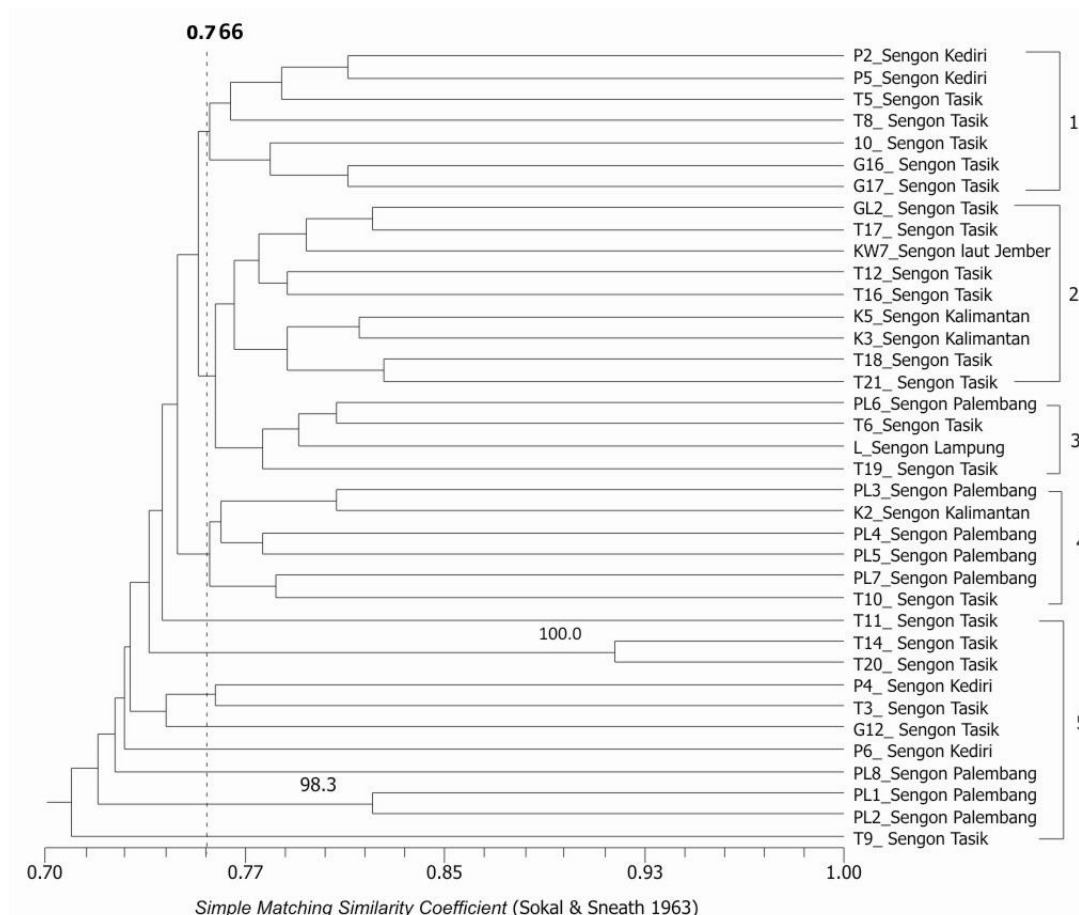
Gambar 2. Dendogram 45 sampel *Ganoderma* spp. yang berasosiasi dengan beberapa jenis pohon (sengon, mahoni, lamtoro dan kakao) dari berbagai wilayah di Indonesia berdasarkan metode UPGMA menggunakan sepuluh primer.

Uji antagonis isolat *Trichoderma* spp. terhadap *Ganoderma* secara *in-vitro*

Hasil uji antagonisme dengan metode langsung menunjukkan bahwa *Trichoderma* T38 menghambat pertumbuhan *Ganoderma* L12, L6, L3, K2 dan K1 berturut-turut sebesar rata-rata 27.3, 37.2, 34.9, 28.7 dan 13.2% pada media PDA (Gambar 4). *Trichoderma* T39 menghambat pertumbuhan *Ganoderma* L12, L6, L3, K2 dan K1 berturut-turut sebesar rata-rata 48.8, 42.3, 34.8, 22.4 dan 11.7% pada media PDA (Gambar 4). Hasil pengujian menunjukkan antagonisme antara *Trichoderma* T38 dan T39 dengan kelima isolat jamur patogen tersebut

tidak menimbulkan terbentuknya zona penghambatan pada media PDA.

Kedua isolat antagonis *Trichoderma* T38 dan T39 memiliki laju pertumbuhan diameter koloni yang lebih pesat dibanding kelima isolat patogen *Ganoderma* pada media PDA dengan memenuhi cawan Petri berdiameter 9 cm dalam waktu lebih kurang 4 hari masa inkubasi (Gambar 5). Pertumbuhan isolat *Ganoderma* dari yang paling cepat berturut-turut kemudian semakin lambat adalah *Ganoderma* K2, L12, K1, L3 dan L6 (Gambar 5).



Gambar 3. Dendrogram 37 sampel *Ganoderma* spp. yang berasosiasi dengan pohon sengon dari berbagai wilayah di Indonesia berdasarkan metode UPGMA menggunakan sepuluh primer.

Dari kedua jenis jamur antagonis yang diuji *Trichoderma* T39 memiliki potensi antagonistik lebih kuat dibanding *Trichoderma* T38 dengan kemampuan menghambat pertumbuhan fungi patogen dengan persentase penghambatan lebih tinggi pada isolat *Ganoderma* L12, L6 dan L3. Namun, di satu sisi, hal tersebut tidak terhadap *Ganoderma* K2 dan K1.

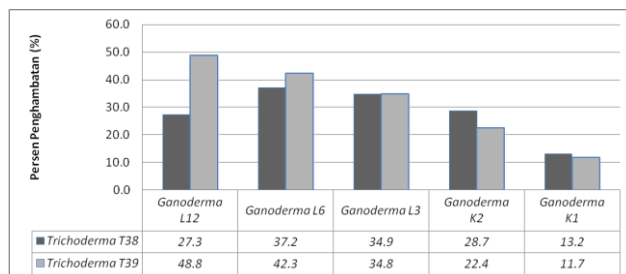
Terdapat tiga mekanisme dalam antagonisme antar jasad renik, yaitu antibiosis, kompetisi, dan mikoparasitisme (Baker dan Cook, 1974 dalam Achmad *et al.*, 2009). Terbentuknya zona penghambatan antagonisme pada media padat merupakan indikasi bekerjanya mekanisme antibiosis. Bekerjanya mekanisme antibiosis tersebut dikuatkan oleh tertekannya pertumbuhan fungi patogen pada media padat. Pada penelitian ini tidak ditemukannya zona penghambatan, kemungkinan disebabkan karena media yang digunakan adalah PDA. Ternetralisirnya pengaruh metabolit penghambat

pertumbuhan patogen pada PDA dilaporkan Achmad (1991 dan Achmad *et al.*, 2009).

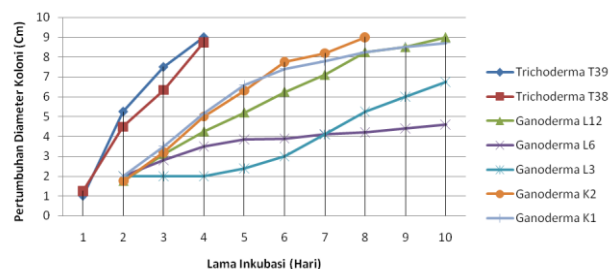
Menurut Wells (1988 dalam Achmad *et al.*, 2009), mekanisme antibiosis dapat melibatkan metabolit beracun (toksin) atau enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh fungi antagonis. Dikemukakan bahwa *Trichoderma* sp. menghasilkan toksin trikhodermin yang merupakan suatu senyawa sesquiterpen, dermadin yaitu asam berbasa tunggal yang aktif terhadap fungi dengan kisaran yang luas dan meliputi bakteri gram positif dan gram negatif, serta dua senyawa peptida yang bersifat antifungal sekaligus anti bakterial.

Tertekannya pertumbuhan fungi patogen menunjukkan mekanisme kompetisi dalam antagonisme, dalam hal ini fungi antagonis lebih kompetitif dalam memanfaatkan ruang tumbuh dan nutrisi. Lebih kompetitifnya fungi antagonis ditunjang oleh pertumbuhannya yang lebih cepat dibanding

fungi patogen pada media yang sama. Keberadaan *Trichoderma* yang melimpah pada tanah-tanah pertanian di seluruh dunia merupakan bukti terbaik bahwa fungi tersebut merupakan kompetitor yang sangat baik untuk tumbuh dan nutrisi (Wells, 1988 dalam Achmad *et al.*, 2009).



Gambar 4. Penghambatan pertumbuhan in vitro 5 isolat *Ganoderma* oleh *Trichoderma* T38 dan T39 pada PDA.



Gambar 5. Pertumbuhan diameter koloni dua isolat jamur antagonis *Trichoderma* dibanding kelima isolat patogen *Ganoderma* pada PDA.

1. Uji Beberapa Cara Inokulasi *Ganoderma* pada Bibit Sengon di Rumah Kaca

Hasil pengamatan selama 60 hari selama penelitian menunjukkan bahwa secara umum perlakuan kontrol (perlakuan 1 sampai dengan 10) memiliki pertumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan inokulasi (perlakuan 11 sampai dengan 24) (Tabel 4 dan 5).

Tabel 4. Rataan pertambahan tinggi dan anak daun bibit sengon selama 60 hari.

No.	Perlakuan	Rataan pertumbuhan tiap pengamatan			
		Tinggi		Daun	
		Bulan 1	Bulan 2	Bulan 1	Bulan 2
1	Pemotongan akar tanpa foodbase	17,21	18,89	23,31	20,34
2	Tanpa potong tanpa foodbase	18,82	18,83	29,64	37,02
3	Potongan 3cm tanpa potong	20,35	21,69	26,55	24,09
4	Potongan 4cm tanpa potong	21,35	21,79	21,35	22,78
5	Potongan 5cm tanpa potong	18,18	20,29	22,68	19,97
6	Potongan 3cm potong akar	19,95	20,80	28,26	26,75
7	Potongan 4cm potong akar	20,33	22,19	25,58	22,88
8	Potongan 5cm potong akar	7,72	9,19	21,53	25,35
9	PDA tanpa potong	16,44	18,85	21,33	24,48
10	PDA potong akar	8,58	9,34	22,67	24,50
11	Potongan 3cm SP1 tanpa potong	15,40	12,21	31,53	28,00
12	PDA SP1 tanpa potong	12,25	9,71	32,15	27,21
13	Potongan 3cm SP1 potong akar	11,36	9,85	29,23	25,41
14	PDA SP1 potong akar	13,85	11,07	35,69	28,44
15	Potongan 4cm SP1 tanpa potong	12,64	11,31	32,27	28,72
16	Potongan 4cm SP1 potong akar	10,09	9,01	22,39	23,19
17	Potongan 5cm SP1 tanpa potong	8,89	7,93	27,00	25,36
18	Potongan 5cm SP1 potong akar	11,33	10,60	25,58	18,21
19	Potongan 4cm SP2 tanpa potong	18,55	12,90	29,17	16,92
20	Potongan 4cm SP2 potong akar	14,78	11,83	34,42	19,42
21	PDA SP2 tanpa potong	18,78	9,52	34,33	18,25
22	PDA SP2 potong akar	15,00	9,78	26,67	17,58
23	Potongan 3cm SP2 tanpa potong	17,02	10,90	31,17	17,42
24	Potongan 3cm SP2 potong akar	14,52	8,78	35,58	18,17

Tabel 5. Rataan pertumbuhan tepat setelah dan seminggu setelah penyapihan.

No.	Perlakuan	Rataan pertumbuhan tepat setelah dan seminggu setelah penyapihan			
		Tinggi		Daun	
		Setelah	1 Minggu	Setelah	1 Minggu
1	Pemotongan akar tanpa foodbase	16,87	16,58	23,93	22,60
2	Tanpa potong tanpa foodbase	19,38	18,50	20,43	32,50
3	Potongan 3cm tanpa potong	19,94	20,36	26,43	25,87
4	Potongan 4cm tanpa potong	24,73	20,52	21,47	21,27
5	Potongan 5cm tanpa potong	19,03	17,99	24,20	21,67
6	Potongan 3cm potong akar	21,46	20,32	25,57	24,88
7	Potongan 4cm potong akar	20,36	20,38	25,70	25,10
8	Potongan 5cm potong akar	7,08	8,10	20,00	21,75
9	PDA tanpa potong	16,75	15,85	21,50	20,75
10	PDA potong akar	8,39	8,56	23,08	22,17
11	Potongan 3cm SP1 tanpa potong	19,18	14,22	32,67	33,08
12	PDA SP1 tanpa potong	13,97	12,89	27,08	36,17
13	Potongan 3cm SP1 potong akar	9,48	15,11	11,42	39,00
14	PDA SP1 potong akar	16,78	12,73	35,00	38,2
15	Potongan 4cm SP1 tanpa potong	11,67	13,93	18,00	44,00
16	Potongan 4cm SP1 potong akar	8,90	10,92	15,17	27,33
17	Potongan 5cm SP1 tanpa potong	8,89	9,40	19,00	32,42
18	Potongan 5cm SP1 potong akar	11,03	11,63	26,08	25,08
19	Potongan 4cm SP2 tanpa potong	18,55	18,85	29,17	29,08
20	Potongan 4cm SP2 potong akar	14,78	11,83	34,42	31,83
21	PDA SP2 tanpa potong	18,78	19,03	34,33	18,25
22	PDA SP2 potong akar	15,00	15,41	26,67	17,58
23	Potongan 3cm SP2 tanpa potong	17,02	17,51	31,17	30,83
24	Potongan 3cm SP2 potong akar	14,52	14,83	35,58	33,92

Berdasarkan uji *post hoc* Duncan diketahui secara umum patogenitas *Ganoderma* spp. terbesar ditunjukkan oleh jenis SP2 dibandingkan dengan SP1. Hal tersebut menunjukkan bahwa patogenitas *Ganoderma* spp. SP2 lebih tinggi bagi anakan sengan baik terhadap pertumbuhan anak daun maupun tingginya (tabel 6 dan 7).

Tabel 6. Hasil uji lanjut Duncan keterhambatan pertumbuhan anak daun akibat inokulasi.

No.	Asal jamur	N	Subset		
			1	2	3
1	SP2	12	-27,752		
2	SP1	21			-4,304
	Sig.		1,000	0,289	1,000

Tabel 7. Hasil uji lanjut Duncan keterhambatan pertumbuhan tinggi akibat inokulasi.

No.	Asal jamur	N	Subset		
			1	2	3
1	SP2	12,000	-11,912		
2	SP1	21,000			-1,350
	Sig.		1,000	1,000	0,069

Perlakuan pemotongan akar pada anakan sengan menghasilkan pertumbuhan anakan daun dan pertumbuhan tinggi bibit sengan lebih baik dibandingkan pada kelompok anakan sengan tanpa pemotongan akar (Gambar 6).



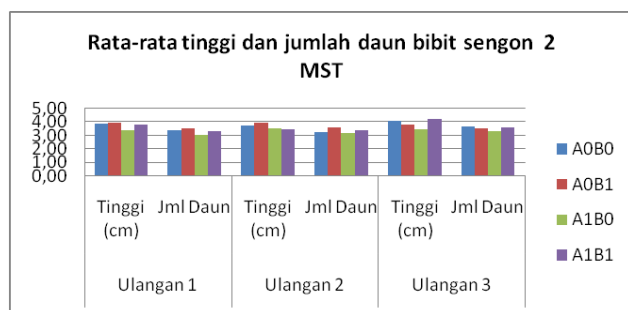
Gambar 6. Perbandingan tingkat pertumbuhan anak daun pada perlakuan akar.



Gambar 7. Perbandingan tingkat pertumbuhan tinggi kasar pada perlakuan akar.

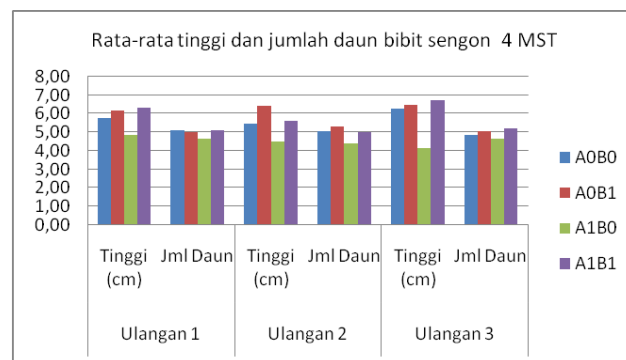
2. Uji Kemampuan Agensi Hayati dalam Melindungi Bibit Sengon dan Kakao dari Serangan *Ganoderma* dan dalam Memperbaiki Pertumbuhan

Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan bibit tanaman sengon pada umur 2 Minggu Setelah Tanam (MST) memperlihatkan hasil yang tidak berbeda secara signifikan hal disebabkan oleh karena ketersediaan hara pada media yang digunakan masih tersedia.



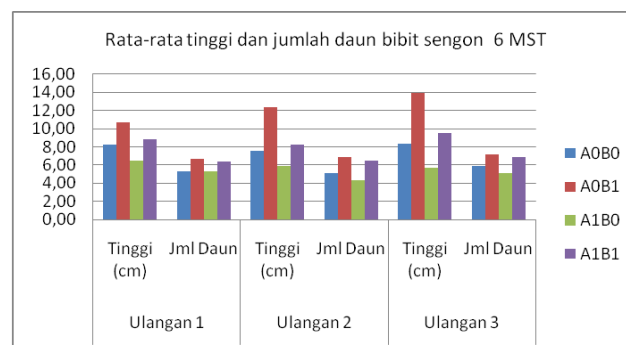
Gambar 8. Rata-rata tinggi dan jumlah daun bibit sengon 2 MST.

Berdasarkan hasil pengamatan pada bibit sengon 4MST, menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman yang berbeda dan diperoleh pertumbuhan terbaik pada perlakuan A1B1 (Gambar 9). Hal ini disebabkan karena pengaruh pupuk (bahan organik) yang diaplikasikan pada perlakuan tersebut. Sedangkan Nilai terkecil diperoleh pada perlakuan A1B0 dan A0B0 yang disebabkan oleh kurangnya unsur hara yang tersedia pada perlakuan yang tidak diberi bahan organik. Untuk pertumbuhan jumlah daun masih memperlihatkan nilai rata-rata jumlah yang merata.



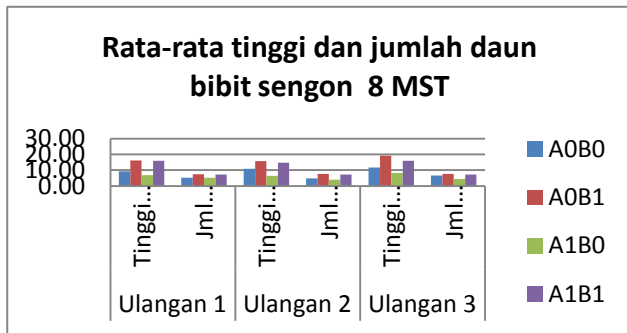
Gambar 9. Pertumbuhan tinggi dan jumlah daun bibit tanaman sengon pada umur 4 MST.

Dari data hasil pengamatan pada bibit sengon yang berumur 6 MST diperoleh nilai tertinggi pada perlakuan A0B1, A1B1, A0B0, dan A1B0. Perbedaan tersebut diperlihatkan pada gambar 10.



Gambar 10. Pertumbuhan tinggi dan jumlah daun bibit tanaman sengon pada umur 6 MST.

Pertumbuhan bibit tanaman sengon pada 8 MST diperoleh hasil tertinggi pada perlakuan A0B1 dan nilai terkecil pada perlakuan A1B0 (Gambar 11). Perbedaan tinggi tanaman tersebut disebabkan oleh ketersediaan unsur hara pada media yang digunakan. Perlakuan A1B0 memperlihatkan gejala kekurangan unsur hara, terutama unsur hara N. Gejala tersebut terlihat dari perubahan warna daun yang hijau berubah menjadi hijau agak kekuningan selanjutnya berubah menjadi kuning. Akibat kurang unsur N tersebut maka jaringan daun mati dan menyebabkan daun selanjutnya menjadi kering dan berwarna merah kecoklatan. Disamping itu juga dapat daun penuh dengan serat, hal ini dikarenakan dengan menebalnya membran sel daun sedangkan selnya sendiri kecil-kecil.



Gambar 11. Rata-rata tinggi dan jumlah daun bibit sengan 8 MST.

KESIMPULAN

Sebanyak 90 isolat *Ganoderma* dari berbagai lokasi berhasil dikumpulkan dari tanaman sengan, kakao, lamtoro, mahoni, dan saga. Beberapa serangan pada tunggul tanaman pelindung tersebut lokasinya berdekatan dengan tanaman kopi/kakao. Di lapangan ditemukan tunggul sengan dan tunggul kakao yang saling berdekatan kedua-duanya terserang *Ganoderma*. Berdasarkan morfologi tubuh buah diperoleh indikasi adanya variasi genetik yang cukup tinggi, demikian juga dari pengamatan pertumbuhan miseliumnya.

Penanda molekuler *random amplified polymorphic DNA* baik digunakan untuk menguji keragaman genetik *Ganoderma* spp. karena dapat menunjukkan polimorfisme yang tinggi. Analisis kluster metode UPGMA menghasilkan dendrogram dengan nilai koefisien 0.71-0.91, menunjukkan bahwa sampel *Ganoderma* spp. yang tergolong dalam satu genus memiliki latar belakang genetik yang tidak terlalu jauh. Pengelompokan sampel *Ganoderma* spp. yang berdekatan cenderung terjadi di antara sampel-sampel dari pohon inang dan wilayah yang sama, namun beberapa sampel menunjukkan pola yang berbeda. Analisis *bootstrap* menunjukkan hanya tiga kelompok sampel yang memiliki tingkat kepercayaan tinggi (>50%), yaitu T14-T20 (pohon inang sengan asal Tasikmalaya), PL1-PL2 (pohon inang sengan asal Palembang), dan KW2-KW3 (pohon inang mahoni asal Jember).

Berdasarkan uji antagonis secara *in-vitro* sebagai agensia hayati, *Trichoderma* T38 dan T39 mampu menghambat pertumbuhan *Ganoderma*. Isolat *Trichoderma* T39 memiliki potensi antagonistik lebih kuat dibanding *Trichoderma* T38 dengan kemampuan menghambat pertumbuhan fungi patogen dengan persentase penghambatan lebih

tinggi pada isolat *Ganoderma* L12, L6 dan L3. Namun, di satu sisi, hal tersebut tidak terhadap *Ganoderma* K2 dan K1.

Perlakuan kontrol pada uji cara inokulasi *Ganoderma* pada bibit sengan di rumah kaca memiliki pertumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan inokulasi. Patogenitas perlakuan inokulasi paling tinggi terhadap bibit sengan berasal dari *Ganoderma* sp2. Hal tersebut ditunjukkan oleh besarnya keterhambatan yang didapat dari pengukuran rata-rata pertumbuhan bibit sengan yang diinokulasi baik pada parameter jumlah anak daun maupun pertambahan tinggi bibit. Pengamatan pemotongan akar menunjukkan baik pada perlakuan kontrol dan inokulasi, pertumbuhan anakan sengan semakin baik dengan pemotongan akar.

Pertumbuhan bibit tanaman sengan pada 8 MST diperoleh hasil tertinggi pada perlakuan A0B1 dan nilai terkecil pada perlakuan A1B0. Perlakuan A1B0 memperlihatkan gejala kekurangan unsur hara, terutama unsur hara N. Gejala tersebut terlihat dari perubahan warna daun yang hijau berubah menjadi hijau agak kekuningan selanjutnya berubah menjadi kuning.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pemimpin program KKP3T Badan Litbang Kementerian Pertanian. Penelitian ini dapat terlaksana atas dukungan pendanaan dari APBN Sekretariat Badan Litbang, Kementerian Pertanian Tahun 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S. Hadi, S. Harran, E. Gumbira Sa'id, B. Satiawihardja, M. Kosim Kardin. 2009. Pengendalian Hayati Penyakit Lodoh Pada Semai *Pinus Merkusii* : Potensi Antagonistik *In Vitro Trichoderma harzianum* DAN *Trichoderma pseudokoningii*. Jurnal Litbang Tanaman.
- Bardakci F. 2001. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Turk J Biol* 25: 185-196.
- Bustamam M, Moeljopawiro S. 1998. Pemanfaatan teknologi sidikjari DNA di bidang pertanian. *Zuriat* 9 (2): 77-90.
- Hseu RS, HH Wang, HF Wang and JM Moncalvo. 1996. Differentiation and grouping of isolates of the *Ganoderma lucidum* complex by random

amplified polymorphic DNA-PCR compared with grouping on the basis of internal transcribed spacer sequences *Appl. Environ. Microbiol.* 1354-1363, Vol 62, No. 4.

Kevin Bassett and Russell N. Peters, 2003. *Ganoderma*: a significant root pathogen). Arborilogical services Inc. Publication. <http://www.arborilogical.com/articles/Ganoderma.htm>

Kumar *et al.*, 2001. Estimation of genetic diversity of commercial mango (*Mangifera indica* L.) cultivars using RAPD markers. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 76: 529–533.

Rohlf FJ. 1998. *NTSYSpc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, User Guide*. New York: Applied Biostatistics Inc.

Ross, E.W. and C.S. Hodges, Jr. 1981. Control of *Heterobasidion annosum* colonization in mechanically sheared slash pine stumps treated with *Peniophora gigantea*. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture Southeast For. Expt. Stn. Res. Paper SE-229.

Solomon, J.D.; Leininger, T.D.; Wilson, A.D.; Anderson, R.L.; Thompson, L.C.; McCracken, F.I. 1993. Ash pests: A guide to major insects, diseases, air pollution injury and chemical injury. Gen. Tech. Rep. SO-96. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 45 p.

Orozco-Castillo *et al.*, 1994. Detection of genetic diversity and selective gene in coffee using RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 87: 332-339.

Weeden, C.R., A. M. Shelton, and M. P. Hoffman. Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America. <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/> accessed (date)

Widyastuti SM. 2007. Peran *Trichoderma* spp. dalam Revitalisasi Kehutanan di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 255 p.

Williams *et al.*, 1990. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acid Res.* 18: 6531-6535.

Yap IV, Nelson RJ. 1996. *WinBoot: A Program for Performing Bootstrap Analysis of Binary Data*

to Determine The Confidence Limits of UPGMA-based dendograms. International Rice Research Institute Manila.